Open BIM, Digitale Zwillinge und künstliche Intelligenz

Prof. Dr.-Ing. André Borrmann

Lehrstuhl für Computergestützte Modellierung und Simulation

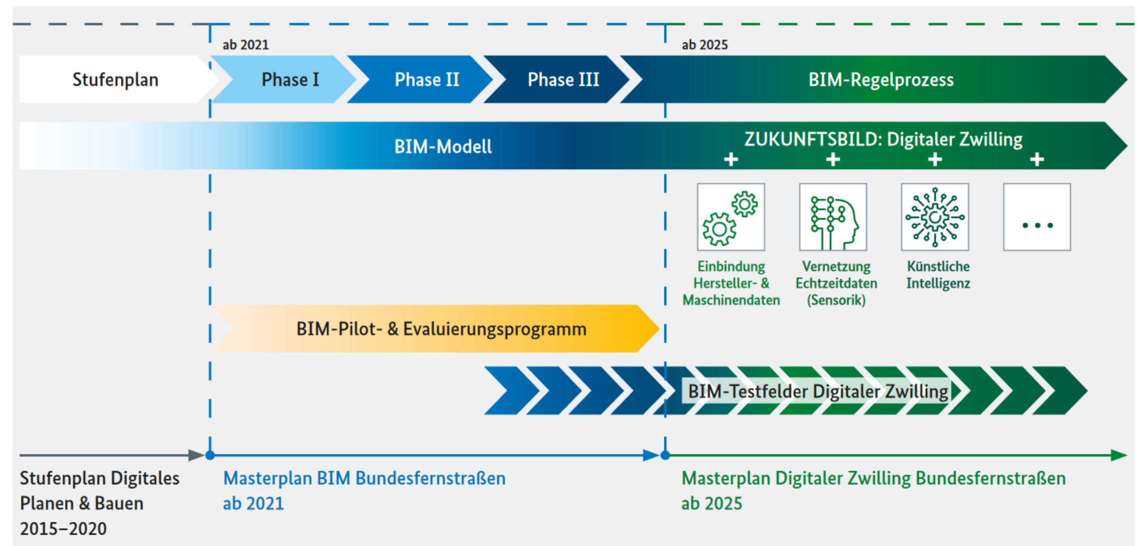
Technische Universität München

VISIT…

LANZAROTE Caliente.COM

Masterplan BIM Bundesfernstraßen



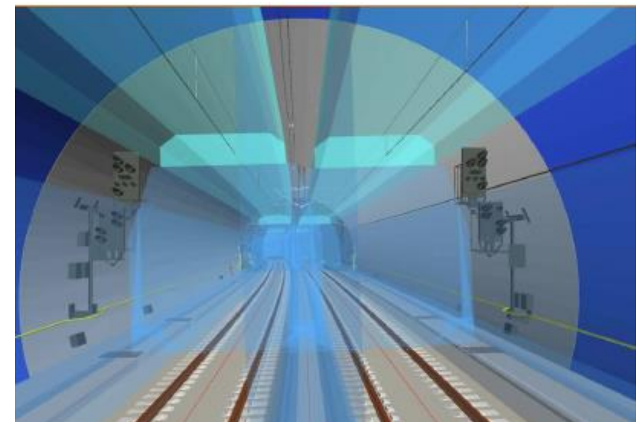


BIM und Künstliche Intelligenz

Zwei Technologien mit unterschiedlichen Ansätzen

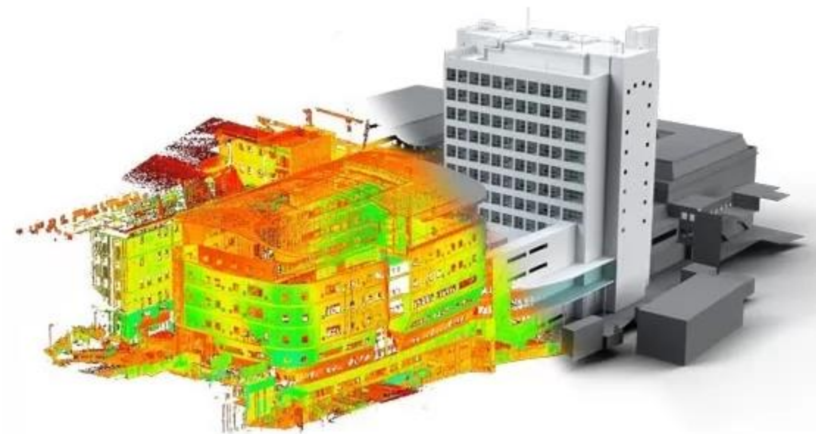
- Building Information Modeling
  - hochstrukturierte Informationen
  - hochwertige digitale Modelle
- Künstliche Intelligenz
  - Erkennen von Mustern
  - Schaffen von Informationen aus Daten
- BIM und KI ergänzen sich hervorragend
- Digitale Zwillinge bringen beide Felder zusammen





BIM und der Digitale Zwilling

- „Digitaler Zwilling“ ist eine logische Fortentwicklung des „Building Information Model“
- digitale Zwillinge brauchen Datenstrukturen zur Beschreibung von Geometrie und Semantik
  → BIM liefert die Basis
- wichtige Aspekte aus BIM-Sicht
  - das Abgleichen von Änderungen (real → digital)
  - das Einspeisen von Sensordaten
  - Erstellen von digitalen Modellen für Bestandsbauwerke „Scan2BIM“



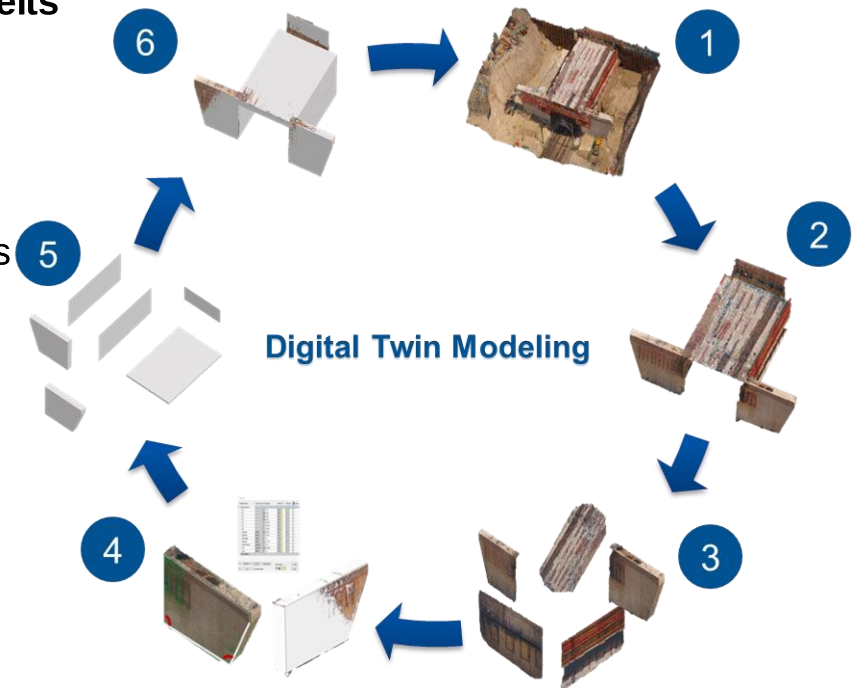
TESLA CAD solution

Gefördert durch:
Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur

Digitalisierung bestehender Infrastruktur

Forschungsprojekt TwinGen

- große Teile der gebauten Infrastruktur **existiert bereits**
- **Herausforderung:** Erzeugung digitaler Zwillinge
- Erfassungsmethoden
- intelligente Methoden der Modellerstellung auf Basis von KI und vorkonfigurierten Modellen

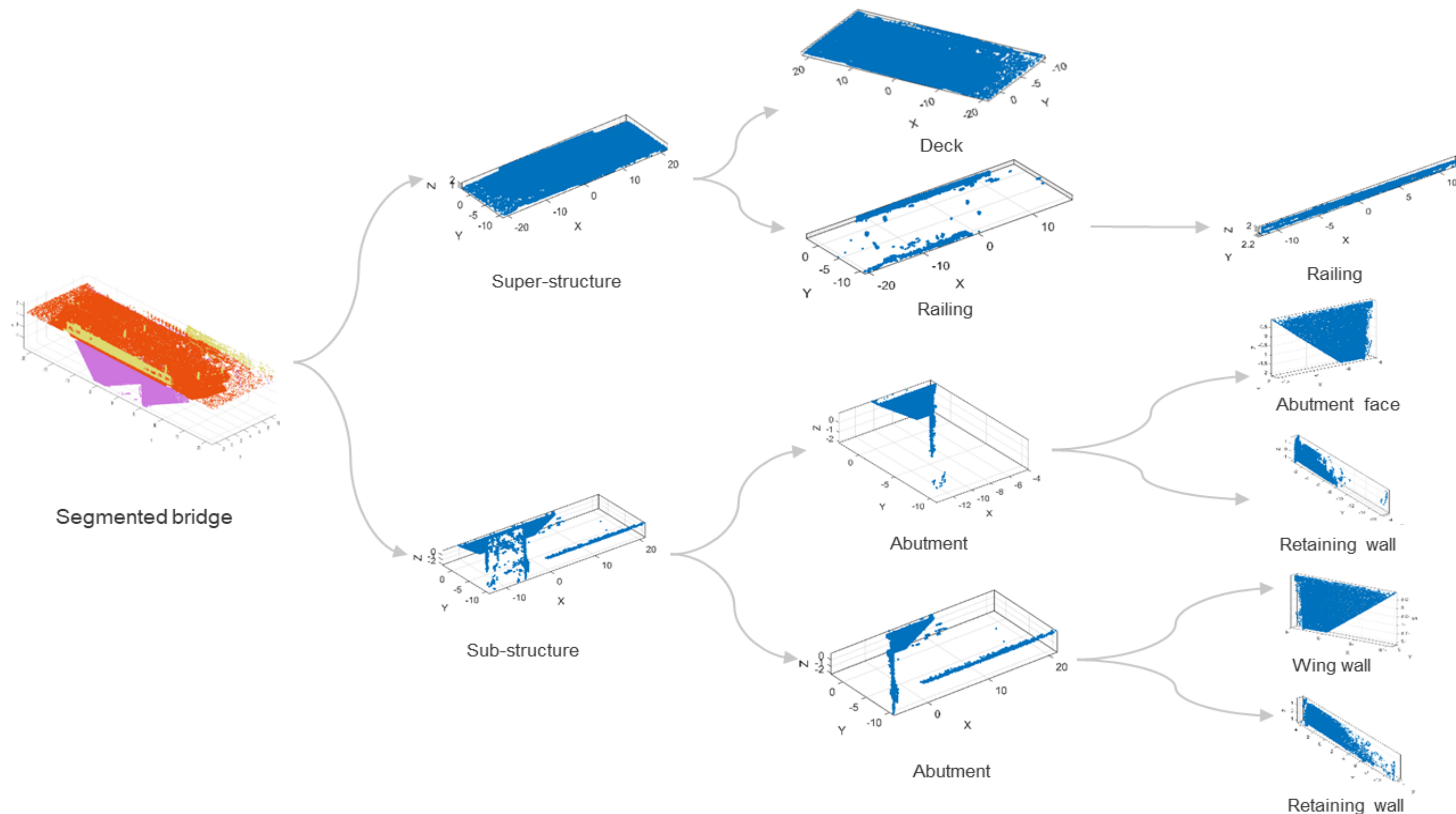




Gefördert durch:
Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur

Modellgenerierung mittels KI-Methoden

Semantische Segmentierung von Punktwolke mittels neuronaler Netze



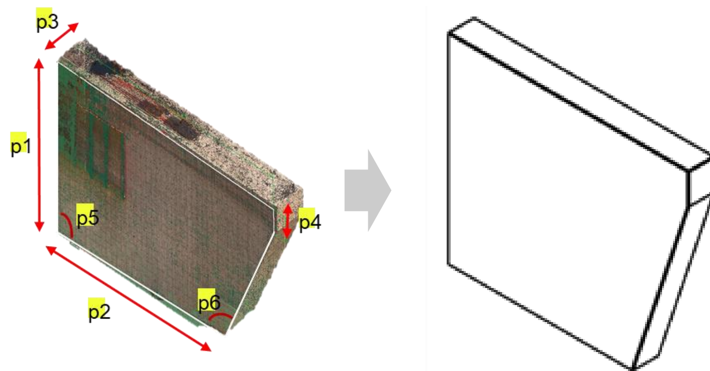
Mafipour, M. S.; Vilgertshofer, S.; Borrmann, A.: *Deriving Digital Twin Models of Bridges from Point Cloud Data Using Parametric Models and Metaheuristic Algorithms*, 28th EG-ICE International Workshop on Intelligent Computing in Engineering 2021, Berlin, Germany

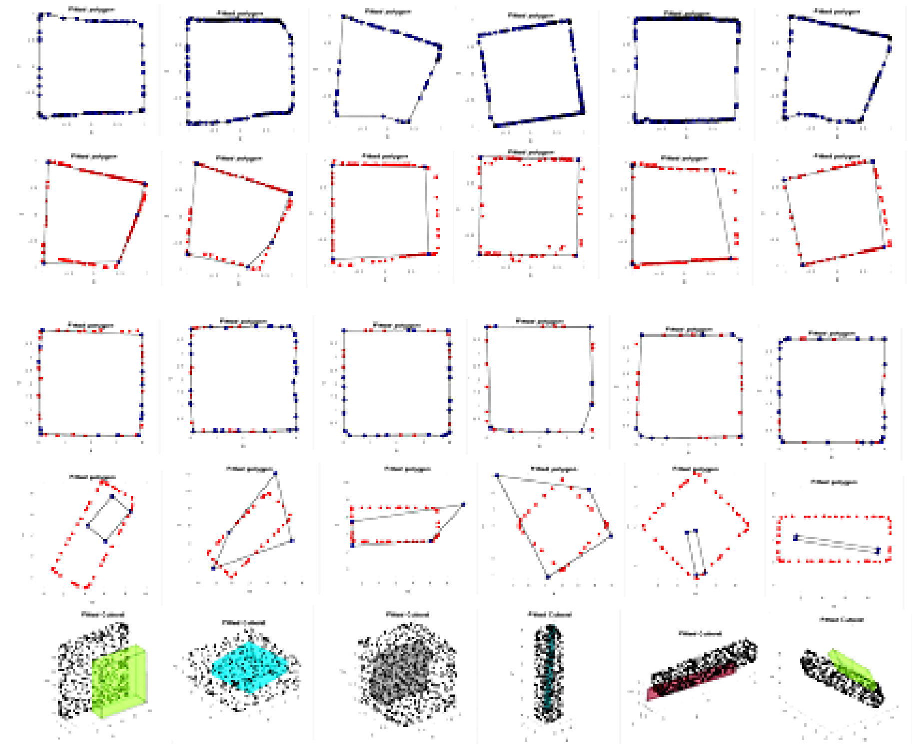
Gefördert durch:
Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur

Modellgenerierung mittels KI-Methoden

Fitting von parametrischen Modellen

- KI-basierte Optimierungsmethoden zum Fitting hochparametrisierter Modelle und Modellteile in die Punktwolke





Model fitting into Point Cloud

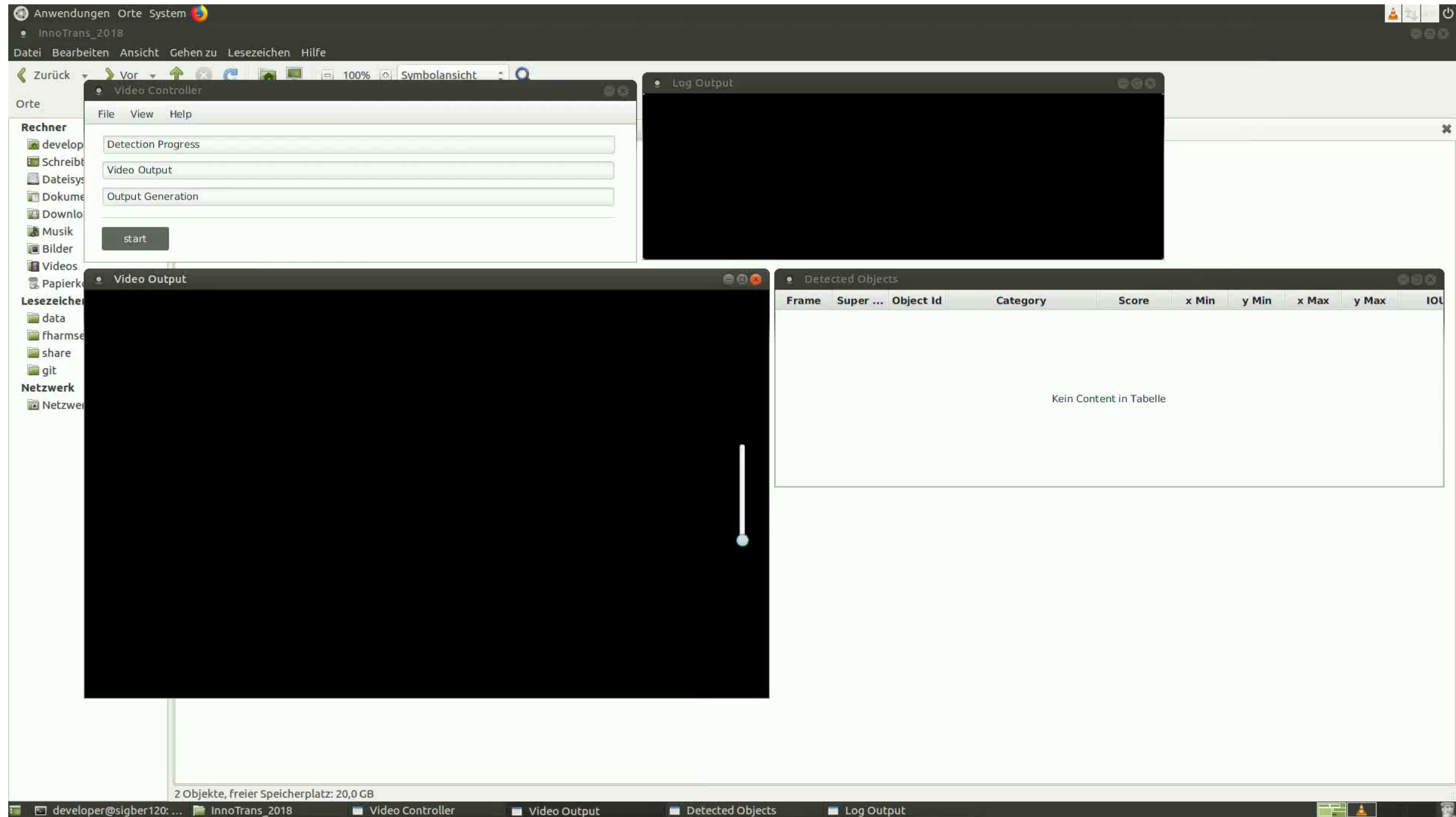
Mafipour, M. S.; Vilgertshofer, S.; Borrmann, A.: *Deriving Digital Twin Models of Bridges from Point Cloud Data Using Parametric Models and Metaheuristic Algorithms*, 28th EG-ICE International Workshop on Intelligent Computing in Engineering 2021, Berlin, Germany

KI-basierte Verarbeitung von Bauplänen

Symbolerkennung in Plänen des Eisenbahnbaus

Vilgertshofer, S.; Stoitchkov, D.; Borrmann, A.; Menter, A.; Genc, C.: *Recognising Railway Infrastructure Elements in Videos and Drawings Using Neural Networks*, Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Smart Infrastructure and Construction 172 (1), pp. 19-33, 2020

Bilderkennung aus Videos

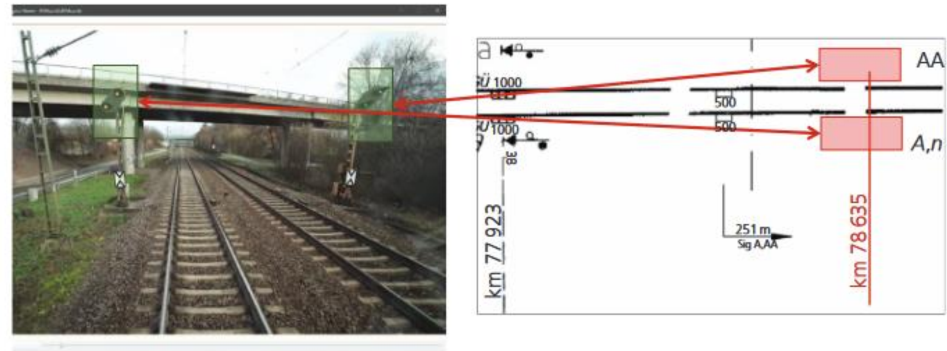


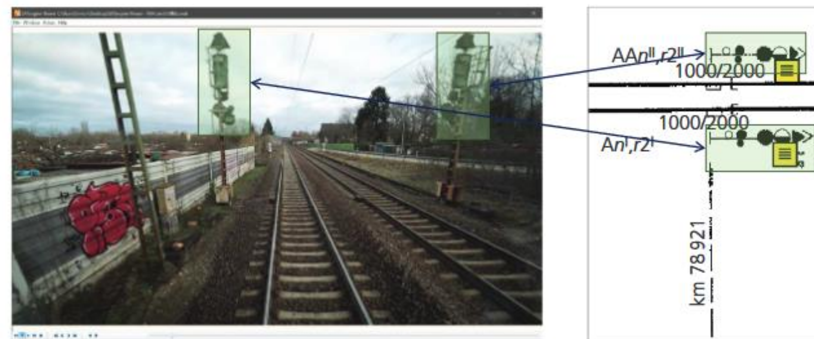
Bestandsmodellierung

Kombination unterschiedlicher Informationsquellen



- Kombination von extrahierten Informationen aus Plänen und Videos
- Abgleich
- Erzeugen und Update des digitalen Zwillings





Vilgertshofer, S.; Stoitchkov, D.; Borrmann, A.; Menter, A.; Genc, C.: *Recognising Railway Infrastructure Elements in Videos and Drawings Using Neural Networks*, Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Smart Infrastructure and Construction 172 (1), pp. 19-33, 2020

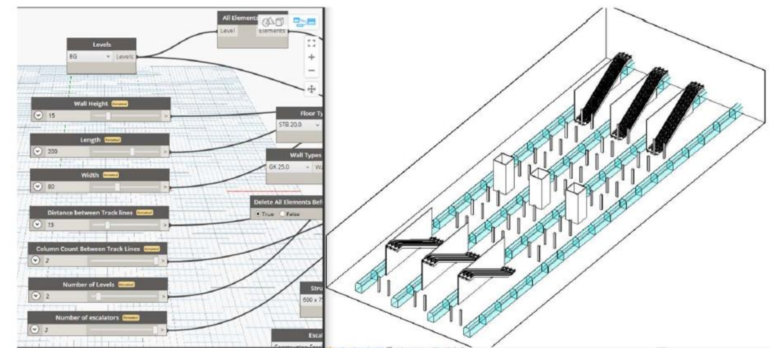
TUM

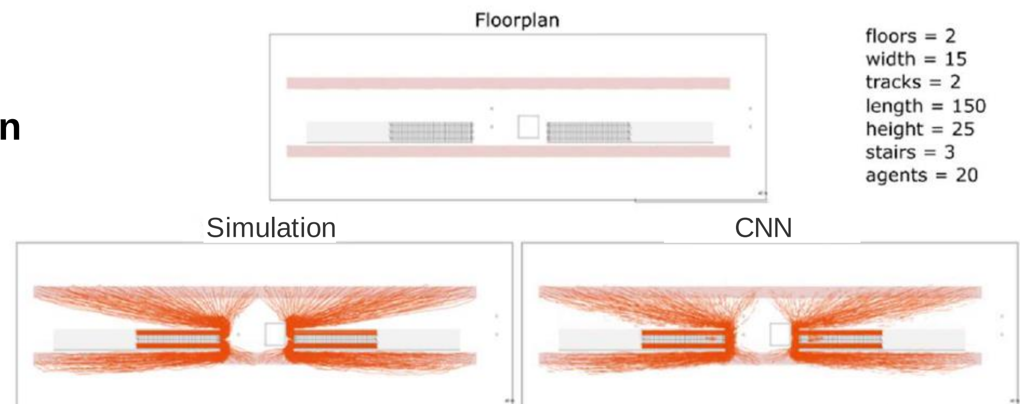
KI-gestützte Entwurfsassistenz

mFUND
Das Startkapital für die Mobilität 4.0

BEYOND: "Simulieren" von Personenströmen mit Neuronalen Netzen

- Beim Entwurf großer Verkehrsknoten müssen Personenströme berücksichtigt werden
- Konventionelle Simulatoren sind **sehr rechenaufwändig** → lange Rechenzeiten
- **Neuronales Netz** liefert vergleichbare Resultate in Millisekunden
- erlaubt **Echtzeitauswertung einer großen Zahl von Entwurfsvarianten** → interaktiver Entwurf

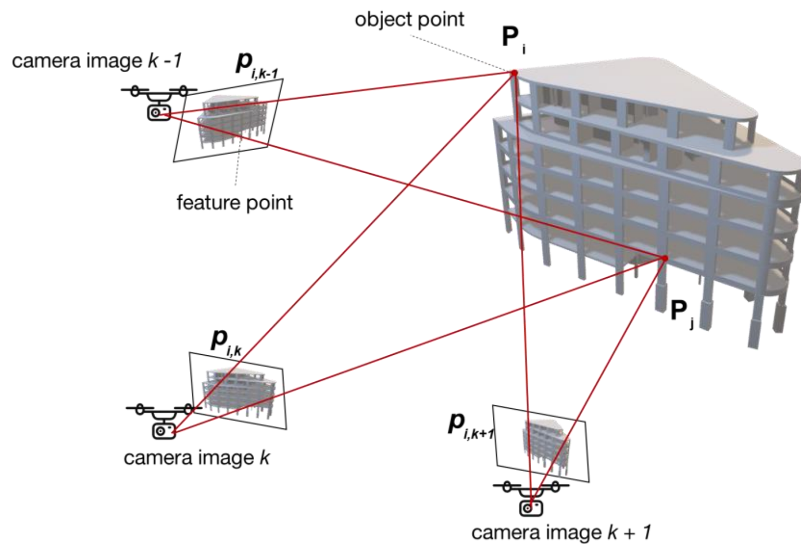




J. Clever, J. Abualdenien, A. Borrmann (2021): Deep learning approach for predicting pedestrian dynamics for transportation hubs in early design phases, EG-ICE International Workshop

Baufortschrittsverfolgung

Detektion von Bauteilen







Braun, A.; Borrmann, A.: Combining inverse photogrammetry and BIM for automated labeling of construction site images for machine learning, Automation in Construction 106, pp. 1-13, 2019

Baufortschrittserkennung

Detektion von Bauteilen



Braun, A.; Borrmann, A.: Combining inverse photogrammetry and BIM for automated labeling of construction site images for machine learning, Automation in Construction 106, pp. 1-13, 2019

Luftgestützte Baustellenanalyse

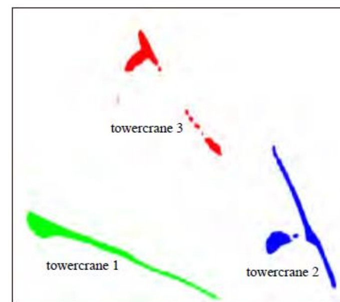
Detektion / Segmentierung

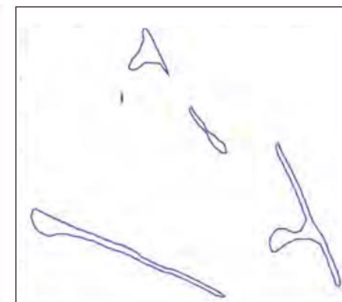
- Analyse von Luftbildern (Befliegung)
- Detektion von Baustellen
- Baustellen-Layout (Kran, Bauwerk, Lager)
- Deep Learning → Mustererkennung

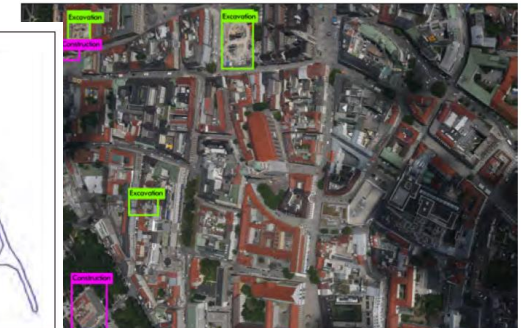












Jahr, K.; Eickeler, F., Borrmann, A.: Adopting computer vision for extracting data from aerial images of development areas, Advanced Engineering Informatics, submitted

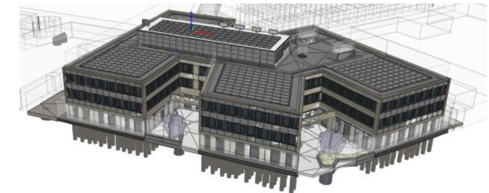
BIM model update für die Betriebsphase

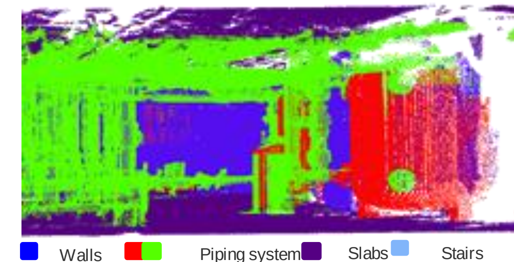
Semantische Segmentierung der Punktwolke

ETH zürich
SIEMENS

- Problem: Planungsmodelle entsprechen häufig nicht der gebauten Realität
- Erfassungsmethoden → Punktwolken
- Detektion von Abweichungen
- Semantische Segmentierung der Punktwolken mittels Neuronaler Netze
- Erzeugen eines Wie-gebaut-Modells





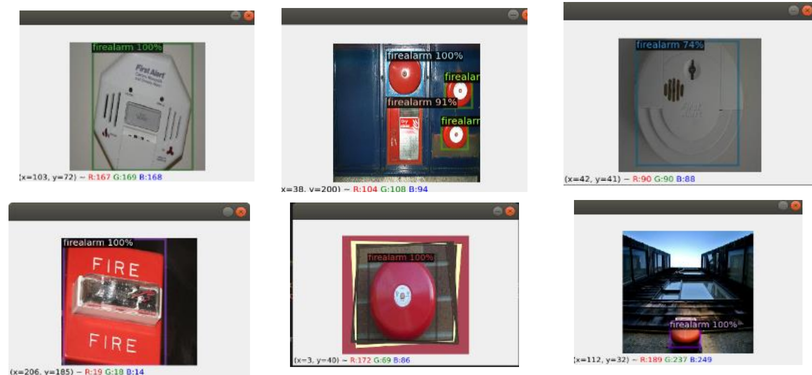



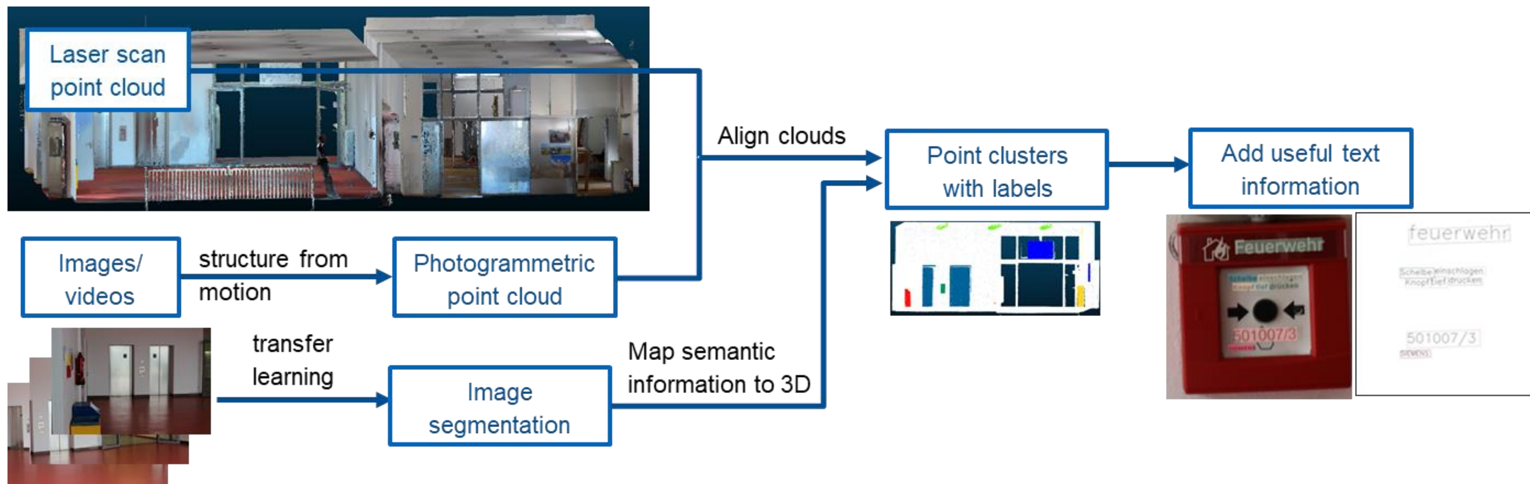
F.C. Collins, A. Braun, M. Ringsquandl, D.M. Hall, A. Borrmann: Assessing IFC classes with means of geometric deep learning on different graph encodings, Proc. of the 2021 European Conference on Computing in Construction, 2021

Erstellung detaillierter digitaler Zwillinge für den Betrieb

Kombination von Bildern und Punktwolken

- Kleine aber wichtige Objekte können nicht in der Punktwolke detektiert werden
  - Elektroinstallation
  - Brandschutzelemente
- Semantische Segmentierung von Bildern → Projektion auf die Punktwolke
- Vervollständigung des digitalen Zwilling für das Facility Management





Open BIM

Warum?

- fairer Wettbewerb zwischen Herstellern
- öffentliche Auftraggeber sollten keine Produkte einzelner Hersteller festschreiben
- Wettbewerb führt zu besseren Produkten & Preisen
- viele Erfolgsgeschichten:
  HTML, XML, SQL, USB, Steckdosen, Schrauben, …
- Kommunikation basiert auf offenen Protokollen
- wichtig Basis für den Digitalen Zwilling







Neuer Studiengang

MSc Information Technologies for the Built Environment

MSc Information Technologies for the Built Environment

Motivation

- Bauwesen hat hohen Bedarf an Experten mit Fähigkeiten im Bereich digitaler Methoden
- Ausbildung über die Grenzen der traditionellen Fächer hinweg erforderlich
- Studiengang wurde vom TUM Senat genehmigt
- Start: Herbst 2022

1. Semester	2. Semester	3. Semester	4. Semester
Professional Software Engineering 6 ECTS	Software Practical 6 ECTS	Fusion Lab 12 ECTS	Master Thesis 30 ECTS
Geospatial Information Science 6 ECTS	BIM Fundamentals 6 ECTS (WiSe/SoSe)		
Semantic Modelling of the Built World 6 ECTS	Platform Oriented Construction Management 6 ECTS (WiSe/SoSe)	Elective 6 ECTS	
Computational Design in Architecture, 3 ETCS Photogrammetry and Remote Sensing, 3 ETCS	Ethics and the Human Factor 6 ECTS	Elective 6 ECTS	
Elective 6 ECTS	Elective 6 ECTS	Elective 6 ECTS	



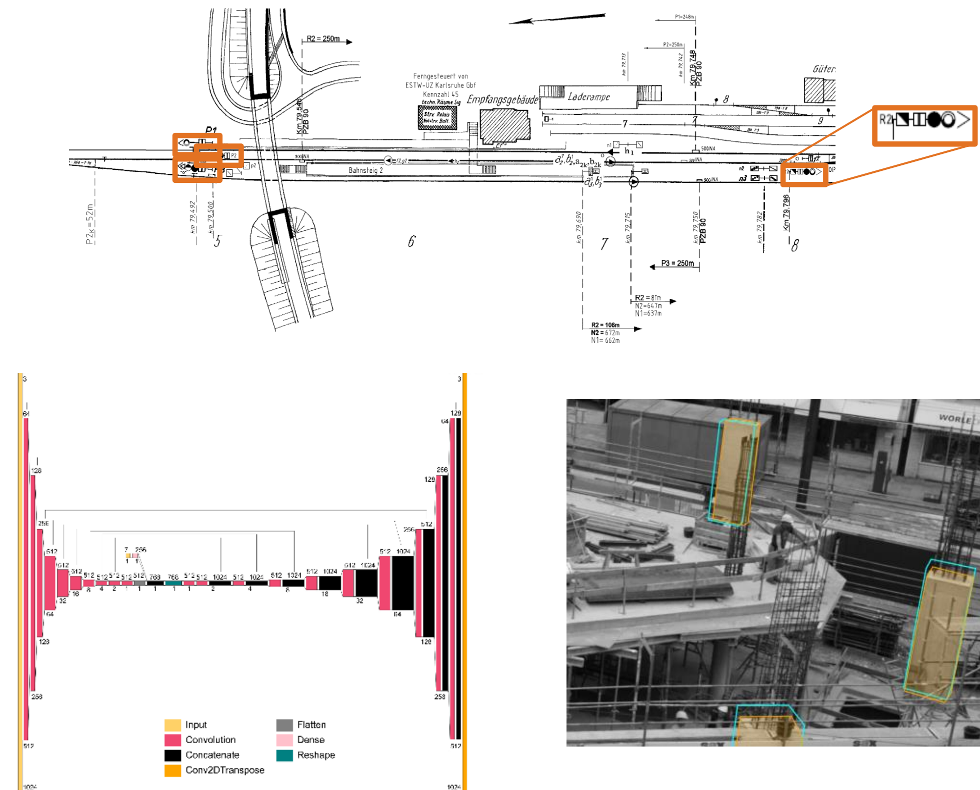


MSc Information Technologies for the Built Environment



Fazit

- die Digitalisierung im Bauwesen hat deutliche Fortschritte gemacht
- riesiges Potential für Effizienz- und Qualitätssteigerung
- BIM, Digitale Zwillinge und KI gehen Hand in Hand und ergänzen sich hervorragend
- viel Potential für Forschung und Entwicklung
- Ausbildung muss ausgebaut werden



www.cms.ed.tum.de

Prof. Dr.-Ing. André Borrmann

TUM Center of Digital Methods for the Built Environment

Technische Universität München